Aus dem Hygienischen Institut der Universität in Marburg
Direktor: Professor Dr. Pfannenstiel

Die chronische Kohlenoxydvergiftung und das Vorkommen von Kohlenoxyd in der Laboratoriumsluft (II. Mitteilung)

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
der Hohen Medizinischen Fakultät der Philipps-Universität
zu Marburg / L.

vorgelegt von

Peter Schick

Medizinalpraktikant in Marburg

Marburg / Lahn, im Mai 1937

Die Arbeit wurde mit Mitteln des Reichsarbeitsministeriums
zur Durchführung gebracht.

Gedruckt in der Buchdruckerei Franz Grube, Werne a. d. Lippe

Angenommen von der Medizinischen Fakultät in Marburg

am 25. Juni 1937

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät

Referent: Professor Dr. W. Pfannenstiel

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554427_0120

Einleitung.

Kohlenoxyd ist das tägliche Gift des modernen Großstadtmenschen. Wir kennen es als Hauptbestandteil im Leucht- und Heizgas. Aus unzweckmäßig konstruierten Kachelöfen und Herden strömt das Rauchgas in die Wohnungen. Wir finden Kohlenoxyd auf öffentlichen Straßen und Verkehrsplätzen in den Abgasen der Kraftfahrzeuge. In Fabrik und Bergwerk kommt es in Berührung mit den schaffenden Menschen. Der Entspannungsuchende atmet es ein als Tabakrauch in Vergnügungsstätten und Lokalen, und der Gelehrte und wissenschaftliche Arbeiter bemerkt nicht, daß die Luft in seinem Laboratorium mit Kohlenoxyd verunreinigt ist. Bei jedem Verbrennungsprozeß besteht die Möglichkeit der CO-Bildung und damit eine Gefährdung der Gesundheit. CO-haltiges Leuchtgas findet sich in fast allen Wohnungen der Städte, und je mehr seine Wirkung als Giftgas bekannt wurde, umso höher sind in letzter Zeit besonders bei den Frauen die Selbstmorde durch CO-Gas angestiegen. Die Selbstmordstatistik aus dem Jahre 1932 zeigt uns, daß 15,9% aller Selbstmorde auf CO-Gas zurückzuführen sind. Berechnen wir den Prozentsatz für Frauen allein, so erhalten wir bis 29%.

Wenn auch die Zahlen aus einer Zeit genommen sind, in der Deutschland sich in größter wirtschaftlicher Not befand, so bleibt das Leuchtgas auch heute noch eine sehr beliebte Selbstmordart. Die akute Wirkung und die Todesursache durch CO-Gas läßt sich eindeutig als Sauerstoffmangel und damit als Erstickungstod erklären, während die Frage der chronischen CO-Gasvergiftung nach ihrem Wesen, Angriffspunkt und Symptomen bis heute noch keineswegs klar erfaßt ist. Der Wissenschaftler versucht am Tierexperiment synthetisch mit Hilfe von Symptomen das Krankheitsbild aufzubauen; der Gewerbearzt glaubt an Hand der vielseitigen Beobachtungen an dem Vorkommen der chronischen CO-Gasvergiftung nicht zweifeln zu dürfen und analysiert aus dem Krank-

Selbstmorde im Deutschen Reich (1932)[1]).

Todesursache	männlich	weiblich	zus.	%	1931
1. Erhängen	6360	1714	8074	42,7	7664
2. Leucht- und Kochgas	1398	1621	3019	15,9	3055
3. Feuerwaffen	2344	155	2499	13,3	2558
4. Ertrinken	1171	1023	2194	11,6	2222
5. Gifte u. ätz. Substanzen	672	674	1346	7,1	1199
6. Überfahrenlassen	684	209	893	4,7	876
7. Hinabstürzen	160	275	435	2,3	466
8. Schneidende und stechende Instrumente	219	75	294	1,5	339
9. Sonstige angegebene Selbstmordarten	57	31	88	0,5	77
10. Sonstige giftige Gase	19	28	47	0,2	139
11. Nicht angegebene Arten	32	13	45	0,2	32

heitsbild die Beschwerden. Die Gegensätzlichkeit der Auffassungen, die das Problem schon heraufbeschworen hat, findet ihren gemeinschaftlichen Angelpunkt in einer nicht einheitlichen Begriffsauffassung der Frage:

Was verstehen wir unter chronischer Kohlenoxydvergiftung?

„Gift ist" nach E r b e n[2]) „eine Substanz, welche vermöge ihrer chemischen Konstitution auf die Zelle einen nicht mehr physiologischen, sondern aphysiologischen resp. pathologischen Reiz ausübt." Die vegetative Funktion der Zelle wird neben anderen Stoffen vor allem durch den Sauerstoff gewährleistet. Wird nun bei einer akuten CO-Vergiftung das Hämoglobin mit Kohlenoxyd, das eine 200fache größere Affinität zu dem Hämoglobin besitzt, als der Sauerstoff, beladen, so fehlt der Körperzelle der zu ihrem Fortbestehen nötige Sauerstoff. Der Organismus geht unter dem Zeichen der Erstickung zugrunde.

„Als chronisch bezeichnet man" nach S ü p f l e[3]) „eine Vergiftung dann, wenn kleinste Giftmengen, die bei einmaliger Aufnahme die Gesundheit in keiner erkennbaren Weise stören, nach wiederholter oder fortgesetzter Zufuhr schließlich Vergiftungserscheinungen hervorrufen." Als Voraussetzung für eine

chronische Vergiftung wird also im Gegensatz zur akuten eine geringe, unterschwellige Konzentration (c) und eine größere Zeitspanne (T) verlangt. Jede Vergiftung ist ein Produkt von Konzentration und Zeitdauer.

C mal t = akute Vergiftung,
c mal T = chronische Vergiftung.

Wir können demnach sagen: Eine chronische CO-Gasvergiftung entsteht, wenn über längere Zeit in regelmäßigen Folgen geringe Konzentrationen von CO ein langsam fortschreitendes Krankheitsbild erzeugen. Die Möglichkeit einer chronischen Vergiftung nach ihrer Entstehung ist eine ganz verschiedene. [4])

1. Es werden Giftstoffe, von dem Giftstoff selbst oder schädliche Abbauprodukte des Giftes oder sekundär im Körper entstehende Stoffe retiniert, zu denen sich mit der Zeit neue Giftstoffe addieren bis zu einer gewissen Konzentration, die eine sichtbare Organveränderung hervorrufen. (Kummulation genannt.)

2. Es kann eine unterschwellige Dosis eine akute Organschädigung auslösen ohne Krankheitssymptome, die bei weiterer Giftzufuhr äußerlich in Erscheinung treten.

Wenden wir diese beiden Möglichkeiten auf das CO an, so wissen wir, daß die Bindung von CO an das Hämoglobin bei genügend Sauerstoffzufuhr ein reversibler Vorgang ist. Kohlenoxyd verdrängt den Sauerstoff aus dem Hämoglobin; umgekehrt vermag Sauerstoff das Kohlenoxyd aus seiner Verbindung mit dem Hämoglobin zu verdrängen. Nach dem Massenwirkungsgesetz bindet eine bekannte CO-Konzentration der Luft nur einen bestimmten Prozentsatz von Hämoglobin und damit ist eine Summation kleinster CO-Mengen im Blut, bis sie eine toxische Komponente erreicht hat, auszuschließen. Die chronische CO-Vergiftung erklärt sich nur aus akut einsetzender Körperschädigung, die erst im Laufe der Zeit zu nennenswerten Erscheinungen führt.

Graßberger [5]) unterscheidet folgende Unterarten chronischer Organschädigungen durch Kohlenoxyd:

1. Spätfolgen einer einmaligen schweren akuten Vergiftung.

2. Organ- und Funftionsschädigung im Anschluß an wiederholte, leichte, aber akute CO-Gasvergiftungen (Konzentration über 0,1 Vol.%).

3. Organ- und Funktionsschädigungen, die mit mehr oder minder Unrecht auf CO zurückgeführt werden, wobei die Kon-

zentration stets unter 0,01 Vol.% liegt.

Unter chronischer CO-Vergiftung im strengen Sinne wäre die dritte Untergruppe zu verstehen."

Als chronische CO-Vergiftung bezeichnen wir allmählich sich steigernde Organveränderungen auf Grund kleinster CO-Konzentrationen, die in regelmäßigen Zeitabständen auf den Organismus einwirken, aber in ihrer Wirkung als akut bezeichnet werden müssen.

Feldmann[6]) sucht diese Erwägungen von rein theoretischer Seite zu widerlegen: „Dieses Problem pharmakologisch zu treffen ist aber eine praktisch belanglose Definitionsstreitigkeit. Klinisch wird man ohne Bedenken jedes Krankheitsbild, das allmählich fortschreitend aus subjektiven, minimalen Einzelerscheinungen entsteht, als chronisch entstanden bezeichnen."

Bei einer genauen Durchsicht der Literatur ergibt sich folgende tabellarische Aufzeichnung über die Möglichkeit einer chronischen CO-Vergiftung:

Als sicher	Wahrscheinlich	Bestritten von
Bender[7]	Kohn-Abrest[14]	Ellinger[4]
Feldmann[6]	Löwy[15]	Flury-Zernik[16]
Gerbis[8]		Graßberger[5]
Holm[9]		Gruber[17]
Lewin[10]		Heubner[18]
Leschke[11]		Litzner[19]
Müller[12]		Süpfle[20]
Symannski[13]		u. a.

Die Konzentrationsmenge, die angeblich genügt, um eine chronische CO-Vergiftung hervorzurufen, wird allgemein mit 0,01 Vol.% angegeben.

Koelsch[21]) verdanken wir folgende Uebersicht:

	Vol %	Teile in 1 Mill. ccm = 1 cbm	mg/l
Hygienische Grenzdosis	0,01	100	0,11
Toxische Grenzdosis	0,02—0,05	200—500	0,23–0,56
Gefährlich bei mehrstündiger Einatmung	0,1	1000	1,1
Lebensgefährlich nach etwa ½ Stunde	0,2 und mehr	2000	2,3

Krankheitssymptome im Tierexperiment.

Wollte man das Bestehen einer chronischen CO-Vergiftung nicht allein hypothetisch annehmen, so müßte im Tierversuch der Beweis erbracht werden. Bei den mannigfaltigsten und vielseitigsten Versuchen, die unternommen wurden, wird von den Autoren das allgemeine Krankheitsbild übereinstimmend geschildert, während bei den objektiven Veränderungen des Blutes und Stoffwechsels Verschiedenheiten bestehen. Die Mehrzahl der Versuche wurde an Hunden, Kaninchen und Meerschweinchen vorgenommen. Die CO-Konzentrationen, welche die Tiere mehrere Monate einatmeten, lagen zwischen 0,001 bis 0,09 Vol. %.

1. Störungen des Allgemeinzustandes wie Haarausfall, Salivation, Temperatursturz, taumeliger Gang, finden wir bei fast alle Autoren, Kantzow[22]) und Buresch[23]) beobachteten eine Abnahme des Gewichtes, während Süpfle[20]) und Straube[24]) eher eine Zunahme feststellten. Buresch fand bei ihren Kaninchen Neigung zum Abort, während ein Versuchshund nach Fetzer-Weiland[25]) 4 kräftige junge Hunde warf.

2. Blutbild: Eine Vermehrung der Erythrocyten stellten fest Löwy[15]) und May[26]). Eine Verminderung fand Lewin[10]). Vermehrung des Hb. Wertes: Löwy, Jötten[27]) u. a. Eine Verminderung fand Jacsch[28]). Eine verminderte Erythrocytenresistenz beschrieben Boediker[29]) und Fetzer-Weiland.

3. Immunitätsverhältnisse:

	Kompl.	Aggl. u. Haemol.	bakt. Kraft
Sudhues[30]:		kein Einfluß	
Buresch:		Steigerung	
Fetzer-Weiland:		kein Einfluß	

4. Der Reservealkali im Blut gibt Boediger keinen sicheren Nachweis für chronische CO-Inhalation.

5. Veränderungen im Kohlehydrathaushalt sind nach Boediger nicht verwertbar. Für Buresch geben sie einen Anhaltspunkt.

6. Innensekretorisch fand Peisachowitsch[31]) eine erhöhte Kolloidbildung der Schilddrüse im Tierexperiment.

Krankheitssymptome beim Menschen.

Wir finden die chronische CO-Vergiftung bei jenen Berufsarten angegeben, welche eine mit CO-Gas verunreinigte Luft einzuatmen haben. Zu diesen Berufen gehören u. a. Gasarbeiter, Arbeiter in Eisenhütten und Koksöfen, bestimmte Fabrikarbeiter, Heizer, Wäscherinnen mit unzweckmäßig konstruierten Bügeleisen u. a. mehr. Jedoch ist die Möglichkeit einer CO-Vergiftung nicht mehr auf bestimmte Gewerbe beschränkt, sondern ist überall vorhanden.

1. Allgemeine Beschwerden wie Gewichtsverlust, blasses Aussehen, Kopfschmerz, Mattigkeit, Nervosität, Benommenheit, Appetitlosigkeit, Angst und Schlaflosigkeit werden von Lewin[10]), Buresch[32], Leschke[11]), Pilaar[33]) beschrieben.

2. Eine Verschiebung des Blutbildes ist nach Lewin kein diagnostisches Hilfsmittel. Leschke fand größere Abnahme der Hb. Werte, während Holm[9]) garkeine oder nur geringe Anaemie bei chronisch Vergifteten beobachtete, als man nach der äußeren Gesichtsblässe hätte annehmen müssen. Pilaar erklärt alle Allgemeinsymptome aus der Unwirksamkeit eines Teils des roten Blutfarbstoffes. Feldmann[6]) berichtet von einem Kaufmann, der seit Jahren einen offenen Kleinwagen fuhr, und während der Fahrt dauernd im Motorabgas gesessen sei. Neben den allgemeinen Symptomen fand man bei ihm im Blut eine starke Polycythaemia rubra, (7,2 Mill. Erythr. und 113% Hb). Nachdem die Quelle der täglichen Vergiftung abgestellt war, gingen die Symptome langsam, aber kontinuierlich zurück. Das rote Blutbild war nach drei Monaten wieder normal. Nach Feldmann ist die Polycythaemie das einzig brauchbare differentialdiagnostische Symptom.

3. Magen-, Darm- und Herzbeschwerden, Albuminurie und Glykosurie werden von Lewin und Feldmann beschrieben.

4. Von den gleichen Verfassern wird darauf hingewiesen, daß Energielosigkeit und Gedächtnisschwäche Symptome der chronischen CO-Vergiftung sein können.

5. Ein wichtiges und zugleich frühzeitiges Merkmal der chronischen CO-Vergiftung glaubt Jul. Löwy[15]) in der vestibularen Erregbarkeit gefunden zu haben. Nachweis eines

Schwindels, der besonders beim Blick nach oben, sowie des Morgens auftritt.

Kohlenoxyd-Allergie und Senkungsgeschwindigkeit.

Rosenthal[34]) versucht, die von Symannski[13]) unter der Diagnose chronischer CO-Vergiftung veröffentlichten Fälle, als psychogen bedingte oder allergische Krankheitssymptome zu erklären, und er fragt sich, ob es sich nicht um eine echte Allergie handelt. Neben vielseitigen Symptomen klagen die Patienten über Urtikaria und Gelenkschmerzen. Wir wissen heute, daß neben eiweißähnlichen Stoffen auch rein chemische, wie Jod, allergische Erscheinungen hervorrufen können. Das läßt die Möglichkeit einer gewissen Sensibilisierung offen, die in gashaltiger Luft beschäftigte Arbeiter gegenüber CO erfahren können. Weiterhin zeigte Roch[35]), daß jede allergische Reaktion einhergeht mit einer Erhöhung der Blutsenkungsgeschwindigkeit. Seine Tierversuche ergaben, daß die Senkungsgeschwindigkeit in einem gewissen Verhältnis zur Zahl der roten Blutkörperchen steht, indem eine Verminderung der Erythrocyten mit einer Senkungsbeschleunigung einhergeht und umgekehrt. Tiere mit einem hohen Senkungswert hatten eine Verminderung bis 2 Mill. Erythr. gegenüber den Kontrolltieren. Tiere, die im ganzen Sensibilisierungsverlauf nur geringe Senkungsbeschleunigung aufwiesen, zeigten merkwürdigerweise auch nur geringe Erythrocytenverminderungen. Zusammenfassend ist zu sagen: Wenn überhaupt von einer chronischen CO-Vergiftung gesprochen werden kann, so scheint sich bei ihr etwa folgendes abzuspielen:

1. Der Sauerstoffmangel im Organismus setzt einen Reiz auf das erythropoetische System, veranlaßt die Milz sich zu kontrahieren und die Reserveblutkörperchen in die Blutbahn zu werfen. Wir haben dann eine Vermehrung der roten Blutkörperchen zu erwarten. Oder:

2. Sind die Konzentrationen größer, oder besitzt der Körper keinen genügenden Schutzmechanismus, oder ist schon einmal eine akute CO-Vergiftung überstanden, so reagiert das Individuum durch eine Ueberempfindlichkeit, die sich äußert einmal in allgemeinen Krankheitszeichen wie Nervosität, Schwindel und Mattigkeit usw., fernerhin in Störungen im hämatopoetischen System in Form von Anämien und Beschleunigung der Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen.

Technisches zur CO-Entstehung.

Wenn kohlenhaltige Stoffe zur Verbrennung gelangen, ist grundsätzlich die Möglichkeit gegeben für das Auftreten von Kohlennoxyd. Die eigentlichen Brenngase sind als Generatorgas-Produkt einer Entgasung von Kohle- und als Wassergas — eine Vergasung von Koks — in dem Leuchtgas enthalten.

Das gewöhnliche Stadtgas z. B. der Stadt Marburg hat folgende Zusammensetzung:

Wasserstoff	0,50	Raumteile
Methan	0,196	„
Kohlenoxyd	0,1885	„
Aethylen	0,007	„
Benzol (dampff.)	0,007	„
Kohlensäure	0,035	„
Stickstoff	0,0695	„
Mischgas	1,0000	Raumteile

Heizwert 4 300 WE bei 0° C und 760 mm QS. spez. Gewicht 0,48.

Daß der Mensch im täglichen Leben auf Schritt und Tritt mit CO in Berührung kommt, zeigt eine Zusammenstellung von Flury und Zernik[16]). Es enthält:

Lokomotivrauch	3,6 Vol.%CO
Rauchhaltige Luft in Eisenbahntunnel	0,1 Vol.%CO
Grubenbrandgase	0,1—3 Vol.%CO
Tabakrauch	0,5—1 Vol.%CO
Rauch von schwelenden Filmen	36,3 Vol.%CO
Leuchtgas	4—60 Vol.%CO
Wassergas	25—40 Vol.%CO
Hochofengas	30 Vol.%CO
Autogase	3,5—7 Vol.%CO
Luft in den Hauptverkehrsstraßen	0,01 Vol.%CO
Explosionsgase	3—61 Vol.%CO

May[36]) fand bei Luftproben in Wohnhäusern, Schulzimmern, Küchen, Werkstätten, Garagen, sowie Straßen und Plätzen Dresdens Werte unter 0,01 Vol.%.

Nach Symannski[13]), sowie Jusatz und Nolte[37]) wurden in Laboratorien, in denen Gas zu Leucht- und Heizzwecken verwendet wurde, CO-Konzentrationen von 0,00—0,25 Vol.% gemessen.

Hetzel[38]) untersuchte einen Heizkessel, in dem die Feuerungsabgase infolge fehlerhafter Konstruktion des zum Schornstein führende Abzugkanals in den Heizraum entwichen. Aus seiner Tabelle entnehmen wir Werte von 0,028—0,1 Vol.%.

Die weitaus größte Gefahr bleibt immer noch das Leuchtgas, das einmal durch undichte und poröse Schläuche, durch unzweckmäßig konstruierte Bunsenbrenner und durch eine unvollkommene Verbrennung bei Gaskochern sich mit der Außenluft verbinden kann.

Die Gasflamme besteht aus einem Innen- und Außenkegel. Am Innenkegel unterhält die dem Leuchtgas primär beigemischte Luft die Verbrennung. Am Außenkegel erfolgt dann durch den von außen hinzutretenden Luft-Sauerstoff die weitere Verbrennung des Leuchtgasgemisches zu Kohlensäure und Wasserdampf. Wie uns Frey[39]) zeigt, kann der Verbrennungsvorgang im Außenkegel in dreierlei Weise ungünstig beeinflußt werden:

1. Kalte Gegenstände werden zu nahe an die Flamme herangebracht, wodurch Kohlenoxyd in mehr oder weniger großer Menge auftritt.

2. Die Zufuhr von Primärluft ist zu gering, sodaß die Entzündungsgeschwindigkeit herabgesetzt wird.

3. Die Abgase stauen sich, sodaß der Verbrennungsluft der Zutritt zur Flamme erschwert ist.

Nach den Untersuchungen von Graßberger und Luszczak[40]) konnte festgestellt werden, daß beim Erhitzen größerer Wassergefäße auf Gaskochern mit niedrigen Rippenringen hohe CO-Werte auftreten, während bei Verwendung von Gaskochern mit hohen Rippenringen sich ein viel geringerer CO-Gehalt ergab.

Sie beobachteten fernerhin, daß unmittelbar nach dem Anzünden der Gasflamme in den ersten 10—20 Min. der Anstieg des CO-Gehaltes relativ am größten war, während er später wieder nachließ.

CO-Gas-Bestimmungsmethoden.

Aus dem obersten Grundsatz der Hygiene heraus, daß die Fürsorge zur Vorsorge werde, ergibt sich jedenfalls schon beim Verdacht auf CO-Schädigung, eine gründliche Untersuchung des Betroffenen und der infrage kommenden Räume vorzunehmen.

Wir teilen die CO-Bestimmungsmethoden nach Heller[41]) ein in direkte und indirekte Verfahren.

1. Direkte Methode: Man läßt auf Kohlenoxyd Verbindungen einwirken, deren Valenzen nicht vollständig abgesättigt sind und die daher das Kohlenoxyd an sich binden und es in dieser Weise dem Gasgemisch entziehen.

Hierher gehört:

a) Kohlenoxydhämoglobin und die Bluteisenbestimmung nach Warburg[42]).

b) Die Absorption des Kohlenoxyds durch Cuprosalze.

2. Die indirekte Methode: Man führt das Kohlenoxyd mittels Oxydationsmittel in Kohlendioxyd über und bestimmt entweder dieses oder die reduzierte Verbindung, um die Menge von CO aus den gegebenen Werten zu berechnen. Auf diese Weise wird das CO mit Hilfe von Palladiumchlorür, ammoniakalischem Silbernitrat, Cuprioxyd, „Hopcalit" (eine Mischung von verschiedenen Metalloxyden) oder Jodpentoxyd bestimmt. Unter den gebräuchlichsten Apparaten verdienen genannt zu werden der Jodpentoxydapparat und der Dräger-CO-Messer.

a) Bei der Jodpentoxydmethode wird CO über überhitztes J_2O_5 zu CO_2 oxydiert unter Abgabe von Jod nach der Formel:

$$5\,CO + J_2O_5 = J_2 + 5\,CO_2.$$

Das ausgeschiedene Jod wird mit Jodkaliumlösung aufgefangen, mit Natriumthiosulfat titrimetrisch bestimmt und auf CO umgerechnet. Diese Methode, wie sie von Goutal[43]) angegeben, von May[36]) und Koelsch[44]) u. a. benutzt und vervollkommnet wurde, ist eine zeitraubende, nur für den Fachmann geeignete Methode. Dem steht gegenüber

b) Die thermische Bestimmung durch den Dräger-CO-Messer. Das zu untersuchende Luftgemisch geht über einen Katalysator von Mangansuperoxyd und Kupferoxyd bei einer Temperatur von 100 Grad. Dabei wird CO zu CO_2 verbrannt. Der Ueberschuß an Wärme gegenüber der Temperatur des siedenden Wassers ergibt an Hand einer Eichungstabelle die genauen CO-Werte. Wenn Ehrismann[45]) und Koelsch Parallelversuche anstellten zu der empfindlicheren Jodpentoxydmethode und dabei Ungenauigkeitswerte von max.—0,03 bezw. + 0,05 Vol.% und min. 0,005 Vol.% auf Konto des Dräger-CO-Messers ermittelten, so waren Neitzel,[46]) Decker[47]) und Graßberger[40]) u. a. bei genauer Einhaltung bestimmter Versuchsbedingungen mit dem Apparat sehr zufrieden. Aus den Erfahrungen heraus,

die von K o e l s c h , G r a ß b e r g e r und am Hygienischen Institut zu Marburg gewonnen wurden, konnten folgende Bedingungen ausgearbeitet werden, unter denen der Dräger-CO-Messer zufriedenstellend arbeitet:

1. Zur Nullbestimmung heizt man den Apparat 20—30 Min. lang an. Dann läßt man ihn an der Frischluft einlaufen, bis die Quecksilbersäule einen festen Stand erreicht hat (1 Stunde), oder, was noch besser ist, man führt dem Apparat mit einem Gebläse dieselbe Luft, die er abgibt, wieder zu. Sollte man Frischluft zuführen, so hat man dafür zu sorgen, daß es keine Zugluft ist und daß die Temperatur der zugeführten CO-freien Luft sich nicht unter 0 Grad Cel. befindet.

2. Bringt man jetzt den Apparat in die zu bestimmende Raumluft, so hat die Umstellung zu erfolgen, ehe das Thermometer abgesunken ist, da sonst eine neue Einstellung der Quecksilbersäule zu erfolgen hat. Nach einer Zeit von 30—40 Min. erhalten wir genaue CO-Werte. Bei allzu raschem Anstieg oder Abfall des CO-Gehaltes hinkt der Apparat in der CO-Bestimmung etwas nach. Beim langsamen Anstieg folgen die Angaben den wirklichen CO-Verhältnissen.

3. Bei der Nullbestimmung, wie bei der Messung im Raum, ist darauf zu achten, daß der Geschwindigkeitsmesser immer auf derselben Marke einspielt. Beim Ueberschreiten von 1 cm ergibt sich ein Unterschied von ± 0,1 Vol.%.

4. Beträgt der Temperaturunterschied von Raumluft zur Frischluft ± 10° C, so ist die Ausgangsstellung des Thermometers um ± 0,1° C zu korrigieren.

5. Enthält das zu untersuchende Gasgemisch auch Wasserstoff, so ist der berechnete CO-Wert infolge teilweiser Verbrennung von Wasserstoff zu hoch.

6. Bei der Beobachtung des Thermometers ergibt sich je nach der Augenhöhe des Untersuchers eine mehr oder minder große Paralaxe. Es ist ein starres Lupensystem zu empfehlen, wodurch eine Fixation des Auges und dadurch eine objektiv genaue Ablesemöglichkeit gegeben ist.

Ueber das Vorkommen von Kohlenoxyd in der Laboratoriumsluft. II. Mitteilung.

An dem Hygienischen Institut der Universität Marburg werden seit Jahren Untersuchungen vorgenommen, die den Nach-

weis erbrachten, daß die Luft in den Laboratoriumsräumen des Hygienischen Institutes, des Staatl. Medizinaluntersuchungsamtes und des Zahnärztlichen Institutes in 90% der Fälle mit Kohlenoxyd verunreinigt war. Die Messungen, die zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten durchgeführt wurden, ergaben in fast allen Räumen, in denen mit Gas zu Leucht- und Heizzwecken gearbeitet wurde, CO-Werte zwischen 0 und 0,024 Vol.%.[37]) Inzwischen ist nach einem Umbau des Hyg. Institutes und nach Umstellung der Brutschränke und Warmwasserbereiter auf elektrischen Betrieb eine neue Messung und Kontrolle erforderlich.

In den Bereich dieser Aufgabe wurde nicht allein die Frage nach dem CO-Gehalt in den verschiedenen Räumen einbezogen, sondern gleichzeitig kamen noch andere wichtige Untersuchungen hinzu:

1. Die Messung der Temperaturen in den verschiedenen Höhen des zu untersuchenden Raumes.

2. Damit eng verbunden die Kontrolle der Luftfeuchtigkeit mit dem Aßmann'schen Aspirationshygrometer.

3. Die Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der Luft mittels des Rieco-Kohlensäuremessers. *)

4. Die Kohlenoxydbestimmung mit dem Dräger-CO-Messer.

Meine Untersuchungen richten sich zunächst auf den neuhergerichteten Mikroskopiersaal im 3. Stock des Hygienischen Institutes.

Mikroskopiersaal.

In einer Größe von 463,27 m^3 umfaßt der Raum einen Vortragstisch und 110 Arbeitsplätze, die alle völlig neuzeitlich hergerichtet und mit Gas, Wasser und künstlicher Lichtquelle zur Mikroskopie ausgestattet sind.

Beschwerden von Seiten der Studenten über schlechte und heiße Luft gaben Veranlassung, zumal zunächst keine Ventilation eingebaut war, die Temperaturschwankungen im Kurssaal unter verschiedenen Versuchsbedingungen zu studieren. Denn es galt alle diejenigen Schädlichkeiten auszuschalten, die neben etwa in der Raumluft enthaltenem CO-Belästigungen und andere Gesundheitsstörungen hervorrufen können.

*) Hersteller Fr. Riedel & Co., Essen.

A. Temperaturbestimmung:

Fünf Thermometer, die in verschiedenen Höhen (30, 110 190, 270 u. 350 cm) angebracht waren, gaben eine gute Uebersicht über den Stand der Temperaturen in den vertikalen Luftschichten. Bestimmungen, die zur Freizeit durchgeführt wurden, ergaben stets eine Zimmertemperatur zwischen 18—20° C, die man als normal und hygienisch einwandfrei bezeichnen kann.

Um den Anstieg der Temperaturen beobachten zu können, wurden in 4 Versuchsanordnungen einmal 20, das anderemal 50 Spar- bzw. Vollflammen angezündet und der Anfangs- und Endwert einer 40 Minuten langen Brenndauer aufgezeichnet. Vergleichsweise sind zwei Bestimmungen zur Arbeitszeit mit in die Tabelle aufgenommen.

Tabelle 1.

Brenner	nach Min.	Temperaturen in cm Höhe				
		30	110	190	270	350
20 Sparflammen	10	18°	18,5°	18,5°	18,5°	19°
	40	18,5°	18,5°	19°	18,5°	19°
50 Sparflammen	10	19°	19,5°	19,5°	19,5°	20°
	40	19,5°	20,5°	21,5°	21,5°	22°
20 Vollflammen	10	18,5°	20°	21°	22°	23°
	40	19,5°	21,5°	22,5°	24,5°	26°
50 Vollflammen	10	20°	23°	25,5°	27,5°	29°
	40	23°	29,5°	33,5°	36°	38,5°
37 Studenten	10	20°	20,5°	21°	21°	22°
	40	20,5°	21,5°	22°	22°	23°
64 Studenten	10	20°	20,5°	21°	21,5°	22°
	40	21°	22°	23°	24,5°	25,5°

Berechnen wir aus Tb. 1 die Temperaturenunterschiede von Anfangs- und Endwert, so sehen wir, daß die Unterschiede zur Brennzeit von 50 Vollflammen in allen Lagen sehr hoch sind und daß die nächst niedrigeren Temperaturwerte zur Arbeitszeit von 64 Kursteilnehmern gemessen wurden. Oefters vorgenommene Kontrollversuche hatten ähnliche Resultate. Dabei muß man noch berücksichtigen, daß zur Arbeitszeit die Türen zum Kurssaal ständig offen standen, wodurch eine starke Abzugsmöglichkeit bestand. Immerhin sind die Temperaturunterschiede von max. 3,5° sehr hoch und man kann behaupten,

Tabelle 2.

Brenner	Temp.-Diff. nach 40 Min. in cm Höhe				
	30	110	190	270	350
20 Sparflammen	0,5°	0°	0,5°	0°	0°
50 Sparflammen	0,5°	1°	1,5°	1,5°	2°
20 Vollflammen	1°	1,5°	1,5°	2,5°	3°
50 Vollflammen	3°	6,5°	8°	8,5°	9,5°
37 Hörer	0,5°	1,5°	1°	1°	1,5°
64 Hörer	1°	1,5°	2°	3°	3,5°

wenn in Räumen, in denen keine sonstige Ventilation vorhanden ist die dort arbeitenden Menschen über gewisse Gesundheitsstörungen wie Ermüdung, Benommenheit des Kopfes, Uebelkeit usw. klagen, so sind diese Symptome lediglich auf Wärmestauung zurückzuführen, falls keine toxischen Stoffe nachgewiesen werden konnten. Daß Erkältungen, Katarrhe, Anginen, Schnupfen usw. auf Verschiedenheiten der Temperatur in den einzelnen Luftschichten und damit auch einen ungleichmäßigen Wärmeeinfluß auf den menschlichen Körper zurückzuführen sind, dürfte wohl nicht von der Hand zu weisen sein. Die überaus hohen Temperaturen haben auch ohne Zweifel ein Nachlassen der geistigen Arbeitsfähigkeit zur Folge. Selter[48]) hat in Schulen die Beeinflussung der geistigen Arbeit bei Verunreinigung der Luft durch Messung der Aufmerksamkeit als Maß der geistigen Arbeit bestimmt und kam zu folgenden Ergebnissen.

„Von besonderer Bedeutung für die geistige Arbeit ist die Temperatur. Kommt zu hoher Temperatur noch hohe Feuchtigkeit hinzu, so ist die Herabsetzung der Arbeitsleistung in noch viel stärkerem Maße erkenntlich. Die physikalischen Eigenschaften der Luft sind nach meinen Versuchen von ausschlaggebender Bedeutung für die geistige Arbeit und dieser Einfluß tritt klar zutage, noch bevor körperliche Störungen eintreten. 19° Temperatur ist für mich das Kriterium der geistigen Leistung. Die Anreicherung der Luft mit Kohlensäure und Riechstoffen hat nur sehr geringen Einfluß auf die Leistungsfähigkeit."

Inzwischen wurde in den Kurssaal eine Ventilation eingebaut, und damit war eine neue Bestimmung erforderlich, um festzu-

stellen, ob die neue Entlüftungslage den hygienischen Anforderungen entspricht. Leider waren die Zahlen der Kursteilnehmer und damit auch die Versuchsbedingungen anders, sodaß sie nicht in die Tabelle aufgenommen werden konnten.

Tabelle 3.

Brenner	nach Min.	Temperaturen in cm Höhe				
		30	110	190	270	350
20 Sparflammen	10	18°	18,5°	18,5°	18°	19°
	40	18°	18°	18,5°	18°	19°
50 Sparflammen	10	23°	23,5°	23,5°	24°	24°
	40	23°	23,5°	24°	24°	24°
20 Vollflammnn	10	20°	21,5°	23°	24,5°	25°
	40	20°	21,5°	23°	24°	25°
50 Vollflammen	10	23,5°	26°	28°	30°	32°
	40	24,5°	29°	32°	34°	37°

Daraus errechnete Temperaturschwankungen:

Tabelle 4.

Brenner	Temp.-Diff. nach 40 Min. in cm Höhe				
	30	110	190	270	350
20 Sparflammen	0°	0,5°	0°	0°	0°
50 Sparflammen	0°	0°	0,5°	0°	0°
20 Vollflammen	0°	0°	0°	0,5°	0°
50 Vollflammen	1°	3°	4°	4°	5°

Schon aus den wenigen Zahlen können wir entnehmen, daß die Wärmesteigerung wie in Tab. 2 bei weitem nicht erreicht wird. (Siehe Gegenüberstellung der Temperaturdifferenzen in 350 cm Höhe von Tab. 2 und 4 in Tab. 5.)

Tabelle 5.

Brenner	Temp.-Differenz in 350 cm Höhe	
	ohne Ventil	mit Ventil
20 Sparflammen	0	0
20 Vollflammen	+3	0
50 Sparflammen	+5	0
50 Vollflammen	+9,5	+5

Erreichen wir unter Decke bei 20 Vollflammen oder 50 Sparflammen eine Wärmezunahme von 2 bzw. 3° ohne Ventilation, so konnte ich mit Ventilation keine Steigerung beobachten. Wie meine Versuche ergaben, sind die gefundenen Zahlenwerte von 20 Vollflammen und 64 Kursteilnehmern fast gleich zu setzen und damit dürfte eine erhöhte Wärmeansammlung zur Arbeitszeit auszuschließen sein.

B. Die Feuchtigkeitsbestimmungen

zeigen uns in allen Höhen zur Brennzeit der Spar- und Vollflammen ein Schwanken der Werte zwischen 30—50% rel. Feuchtigkeit (Tab. 7), die im wesentlichsten von der jeweiligen Jahreszeit beeinflußt wurden.

C. Kohlensäurebestimmung:

Die Maximalwerte betrugen:

1. Ohne Brenner	0,0397
2. 20 Sparflammen	0,0422
3. 20 Vollflammen	0,1314
4. 50 Sparflammen	0,0761
5. 50 Vollflammen	0,4273
6. Zur Arbeitszeit	0,1463

Der Höchstwert von 0,4273 kommt für eine Gesundheitsschädigung nicht in Betracht, denn die untere Schädlichkeitsgrenze liegt erst zwischen 1—2 Vol.% CO_2.

D. Kohlenoxydmessung.

Der Mikroskopiersaal wurde bei klarem Wetter stets frei von CO gefunden. Bei dunstig-trübem Wetter wurden CO-Werte bis zu 0,0033 Vol.% nachgewiesen. Wie ich aus den Versuchen, die am gleichen Tage im Hörsaal gemacht wurden, nachweisen konnte, sind diese Konzentrationen auf die Abgase der umliegenden Kliniken und Institute zurückzuführen, die durch den Wind in die offenen Fenster eindrangen. Weiterhin konnte ich finden, daß die Abgase der Nährbodenküche, die unmittelbar unter zwei Fenstern des Kurssaales ins Freie treten, den CO-Gehalt der Luft beeinträchtigen. Bei geschlossenen Fenstern wurden an den dort sich befindlichen Arbeitsplätzen CO-

Mengen von 0,0018—0,0033 Vol.% und bei geöffneten Fenstern bis zu 0,0049 Vol.% gemessen.

Zur Zeit, als ich die Temperaturbestimmungen im Kurssaal durchführte, wurde auch die Luft auf den CO-Gehalt untersucht.

Tabelle 6.

Luftverhältnisse im Mikroskopiersaal bei einer Versuchsanordnung mit 20 Spar- bezw. Vollflammen ohne und mit Ventilation.

Bestimmung	Minuten im Betrieb	Temp. in cm Höhe		relative Feuchtigkeit	CO Vol. %	CO_2 Vol. %
		110	190			
Leerlauf ohne Ventilation	10	18^0	18^0	35	0,0033	0,0397
	40	$18{,}5^0$	$18{,}5^0$	38	0,0033	0,0397
20 Sparflammen ohne Ventilation	10	$18{,}5^0$	$18{,}5^0$	39	0,0033	0,0422
	40	$18{,}5^0$	19^0	36	0,0041	0,0347
20 Sparflammen mit Ventilation	10	$18{,}5^0$	$18{,}5^0$	36	0,0049	0,0297
	40	18^0	$18{,}5^0$	35	0,0042	0,0372
20 Vollflammen ohne Ventilation	10	20^0	21^0	37	0,0066	0,0595
	40	$21{,}5^0$	23^0	36	0,0095	0,1190
20 Vollflammen mit Ventilation	10	$21{,}5^0$	22^0	36	0,0082	0,1314
	40	21^0	$22{,}5^0$	37	0,0070	0,1240
ohne Flammen ohne Ventilation	20	21^0	$21{,}5^0$	39	0,0049	0,1016

Die Tab. 6 zeigt den Höchstwert bei 20 Vollflammen mit 0,0095 Vol.%. Welch großen und bedeutenden Wert die Ventilation auf den CO-Gehalt hat, kann man aus folgenden Zahlen entnehmen. Beträgt der Maximalwert bei 20 Vollflammen 0,0095 Vol.%, so sinkt er, nachdem die Ventilation in Gang getreten ist, auf 0,0070 Vol.% ab.

Neben den verschiedenen Leerbestimmungen wurden im Kurssaal auch Messungen zur Arbeitszeit vorgenommen. In keiner von sieben Kursstunden konnten höhere Werte über 0,0069 Vol.% gefunden werden. Wenn zu Beginn der Kursstunde ein Anstieg auf 0,0033 von mir beobachtet wurde, der in nächsten

40 Minuten auf 0,0012 Vol.% abfällt, so läßt sich dieser hohe Anfangswert nur aus dem freien Austreten von CO beim Anzünden der Bunsenbrenner erklären.

Tabelle 7.

Luftverhältnisse im Mikroskopiersaal zur Kursstunde.

Bestimmung	Min. in Betrieb	Temp. in cm Höhe		relative Feuchtigkeit	CO Vol. %	CO_2 Vol. %
		110	190			
ohne Brenner	10	20,5°	21°	52	—	0,0273
	20	20,5°	21°	48	—	0,0273
Sparflammen	10	21°	21°	49	0,0033	0,0297
	40	21°	21,5°	47	0,0012	0,0297
Kurs beginnt	10	21°	22°	48	0,0016	0,0372
	20	22°	23,5°	49	0,0043	0,0781
	30	23,5°	24°	48	0,0049	0,1116
	40	23,5°	23,5°	53	0,0043	0,1389
	50	22°	22,5°	59	0,0032	0,0968

Auch die zu anderen Zeiten durchgeführten Kontrollbestimmungen erbrachten ähnliche Ergebnisse.

Der Kurssaal dürfte wohl jetzt in allem nach Anlage und Ausstattung den hygienischen Forderungen entsprechen. Wenn auch gelegentlich die Abgase der unter dem Kurssaal gelegenen Nährbodenküche eine Steigerung des CO-Gehaltes hervorrufen, so wurde doch in keinem der Fälle die schädliche Grenzdosis von 0,01 Vol.% erreicht.

Hörsaal.

Der Hörsaal ist ein Raum von 686,17 m^3 mit 5 Türen und 8 großen Fenstern, deren jedes ein herausklappbares Oberlicht zur Entlüftung besitzt. Er wurde im Herbst 1936 fertig gestellt. Am Pult befinden sich 4 Gashähne, an denen Schlauchleitungen angebracht werden können. In vielen Bestimmungen wurde der Hörsaal stets frei von Kohlenoxyd gefunden. Nur einmal ergab sich ein Wert von 0,0067 Vol.% CO. Die Ursache der Luftverschlechterung war jedoch nicht in der Anlage zu finden, viel

mehr drang durch 2 geöffnete Oberlichter, die in der Windrichtung lagen, Rauch in den Hörsaal. Es herrschte regnerisches, trüb-windiges Wetter, und die Kaminabgase der umliegenden Institute und Kliniken hatten sich im Hof des Hygienischen Institutes zu einem Rauchwirbel gesammelt. Nach dieser Feststellung schloß ich die beiden Oberlichter und öffnete die nicht in der Windrichtung liegenden. Darauf sank der CO-Gehalt auf 0,0025 Vol.% ab. Nach einer Versuchszeit von 40 Minuten wurden diese Fenster wieder geschlossen und die dem Hof zugewandten geöffnet. Schon nach einer Stunde war ein Anstieg auf 0,0049 Vol.% zu verzeichnen.

Tabelle 8.

Luftverhältnisse im Hörsaal bei dunstig trübem Wetter.

Bestimmung	Min. in Betrieb	Temp. in cm Höhe		relative Feuchtigkeit	CO Vol. %	CO_2 Vol. %
		110	190			
Bei klarem Wetter	10	17^0	18^0	41	—	0,0322
	40	17_0	18^0	42	—	0,0359
Bei dunstig-trübem Wetter	10	17^0	$18{,}5^0$	42	0,0067	0,0347
a) Fenster geschl.	40	$17{,}5^0$	$18{,}5^0$	44	0,0042	0,0372
b) Fenster gegen Windrichtung geöffnet	10	18^0	$18{,}5^0$	41	0,0042	0,0422
	40	18^0	19^0	40	0,0025	0,0422
c) Fenster in Windrichtung geöffnet	10	18^0	$18{,}5^0$	41	0,0025	0,0422
	40	$17{,}5^0$	$17{,}5^0$	40	0,0049	0,0397

Die am gleichen Tage durchgeführte CO-Bestimmung im Kurssaal, der bei klarem Wetter immer frei von CO gefunden wurde, ergab Kohlenoxydwerte bis 0,0033 Vol.%. Daraus ergibt sich die **hygienische Forderung, daß bei dunstig-trübem Wetter die Fenster, die in der Windrichtung liegen, zu schließen sind, da sich sonst CO-haltige Abgase in der Raumluft ansammeln können.**

Sämtliche anderen Räume des Hygienischen Institutes wurden sowohl in der Arbeits- wie Freizeit **nie ganz frei von Kohlenoxyd** gefunden. (Tab. 9 und 10.) Ein Teil der Bestimmungen wurde im Sommer, der andere Teil im Winter durchgeführt.

Tab. 9.

Luftverhältnisse in den Räumen des Hygienischen Institutes. (I. Stock.)

Bestimmung	Brenner		Min. in Betr.	Temperatur in cm Höhe		relative Feucht.	CO Vol. %	CO_2 Vol. %
	Zahl	in Betr.		110	190			
Assist.-Zimmer	4	—	10	18^0	19^0	60	—	0,0669
	4	—	70	17^0	18^0	61	0,0033	0,0595
Unters.-Amt	19	2	10	19^0	20^0	60	0,0038	0,0471
	19	2	70	19^0	20^0	58	0,0042	0,0645
Direktor-Zimmer	—	—	10	20^0	20^0	56	—	0,0322
	—	—	80	18^0	19^0	57	0,0025	0,0372
Direktor-Labor	4	2	10	18^0	19^0	55	—	0,0545
	4	2	80	19^0	$21{,}5^0$	61	0,0037	0,0868
Bücherei	—	—	10	17^0	17^0	52	—	0,0397
	—	—	90	19^0	19^0	54	0,0028	0,0521

Tab. 10.

Luftverhältnisse in den Räumen des Hygienischen Institutes. (II. Stock.)

Bestimmung	Brenner		Min. in Betr.	Temperatur in cm Höhe		relative Feucht.	CO Vol. %	CO_2 Vol. %
	Zahl	in Betr.		110	190			
Chem. Bakt. Abt.	14	2	10	$20{,}5^0$	21^0	25	0,0017	0,0744
	14	2	70	21^0	22^0	32	0,0033	0,0967
Chem. Bakt. Abt. Nebenraum	1	—	10	20^0	21^0	36	0,0018	0,0310
	im Abz.	—	60	$19{,}5^0$	20^0	32	0,0028	0,0644
Assist.-Zimmer	—	—	10	18^0	18^0	35	—	0,0397
	—	—	60	18^0	19^0	33	0,0017	0,0432
Wasser-Labor	16	3	10	$19{,}5^0$	$19{,}5^0$	66*	0,0017	0,0719
	16	3	60	19^0	20^0	52*	0,0033	0,0868
Chem. Labor	2	—	10	19^0	$21{,}5^0$	22	0,0018	0,0297
	im Abz.	—	50	19^0	22^0	24	0,0018	0,0431

* Bestimmung im Sommer gemacht.

Wenn selbst in Räumen, in denen überhaupt keine Gasanlagen sich befinden, geringe CO-Konzentrationen nachgewiesen wurden, so erkennen wir daraus, daß sich das Kohlenoxyd vom Orte der Entstehung aus über sämtliche Räume konstinuierlich ausbreitet.

Nährbodenküche.

Die Nährbodenküche hat einen Rauminhalt von 139,83 m^3. Es befinden sich im Raum 5 Gasanschlüsse, an die zum Teil Bunsenbrenner und ein kleiner Gasbrutschrank angeschlossen sind. An derselben Seite steht noch ein Gas-Heißluftsterilisator, der unmittelbar an das Gasleitungsrohr angeschlossen ist und ein 1,50 cm langes Abzugsrohr besitzt. Beide Apparate geben ihre Abgase frei in den Raum. In dem Abzug, der 4 m Breite, 1 m Tiefe und Zimmerhöhe besitzt, befinden sich 5 Gasanschlüsse. Damit werden 2 Autoklaven, 2 Dampftöpfe (alle 4 mit eigener Abzugsvorrichtung) und ein Agrarfix und ein Kipptopf, die ihre Verbrennungsgase in den Abzugsraum geben, gespeist.

Von den vielen Versuchen, die im Verlaufe der letzten zwei Jahre zur Arbeitszeit durchgeführt wurden, ergaben sich fast in allen Fällen CO-Konzentrationen über 0,01 Vol.%. Hier sei der Kürze halber nur eine Zusammenstellung verschiedener Versuchsanordnungen wiedergegeben, die unter denselben Versuchsbedingungen ausgeführt wurden.

Die Leerbestimmungen im Raum ergaben einen Wert von 0,0032 Vol.%, der in fast allen Räumen des Hygienischen Institutes gemessen wurde und als ein Rest des in der Luft verbliebenen CO aus der Arbeitszeit zu erklären ist.

Zu den Hauptversuchen, die im normalen Arbeitsbetrieb vorgenommen wurden, brannten 2 Autoklaven und zwei Dampftöpfe im Abzug.

Zunächst wurde eine Bestimmung gemacht ohne Ventilation. Sie ergab in einer Zeit von 40 Minuten 0,0187 Vol.%. Der gleiche Versuch wurde weitergeführt mit Ventilation und der CO-Gehalt fiel bis zu 0,0123 Vol.%. Daß die Abgase aus den Schiebetüren, soweit sie offen stehen, austreten, zeigt der Abfall der Konzentration auf 0,0114 Vol.%, nachdem die Schalter kaum 10 Min. geschlossen sind. Während man nun ein weiteres Abfallen der Werte zu erwarten hatte, stiegen sie in den nächsten 40 Minuten auf 0,0155 Vol.% an. Der Grund hierfür war, daß in der 18. Min. des Versuchs der Gas-Heißluftsterilisator in Betrieb genommen

Tab. 11.

Luftverhältnisse in der Nährbodenküche unter verschiedenen Versuchsanordnungen.

Bestimmung	Min. in Betrieb	Temp. in cm Höhe		relative Feuchtigkeit	CO Vol. %	CO_2 Vol. %
		110	190			
Ohne Gasbrenner	10	19,5°	20,5°	49	0,0032	0,0347
	50	19,5°	21°	48	0,0032	0,0446
4 Gasbrenner ohne Vent.	10	19°	25°	52	0,0146	0,1215
	40	21°	26°	64	0,0187	0,2857
4 Gasbrenner mit Vent.	10	23°	27,5°	73	0,0187	0,2976
	40	20°	28°	63	0,0123	0,2133
4 Gaskocher Aufz. geschl.	10	18°	28°	59	0,0114	0,1810
	40	22°	29°	54	0,0155*	0,2530
4 Gaskocher 1 Heißluftsterilisator. Aufzug geöffnet	10	24°	30,5°	56	0,0163	0,2951
	40	24°	31°	50	0,0161	0,2480

* ein Gasheißluftsterilisator angezündet.

war. Schon aus früheren Untersuchungen war zur genüge bekannt, daß der CO-Gehalt in der Küche durch den Gas-Heißluftsterilisator, der seine Abgase frei in den Raum abgibt, besonders hoch anstieg. Dabei konnte die Feststellung getroffen werden, daß der CO-Gehalt in den ersten 20 Min. hoch anstieg, um dann langsam wieder abzufallen. In der weiteren Versuchsanordnung werden die Schiebefenster des Abzugs geöffnet und danach in den ersten 10 Min. ein Anstieg auf 0,0163, und nach 40 Min. ein Absinken auf 0,0161 Vol.% beobachtet. Zu anderen Zeiten waren nur 2 Dampftöpfe in Tätigkeit. Die dabei gefundenen Werte haben die Grenze von 0,0130 Vol.% nie überschritten.

Bei allen Versuchen, die in der Nährbodenküche durchgeführt wurden, konnten Konzentrationen gefunden werden, welche die hyg. Grenzdosis überschritten und die toxische Dosis fast erreichten. Die Ursache liegt einmal in dem freien Ablassen der Abgase in den Raum und dann auch in der unvollkommenen Verbrennung von Leuchtgas bei noch kalten

Apparaten. Deshalb muß aus gesundheitlichem Interesse gefordert werden, daß zu Beginn der Kochprozesse die Schiebefenster des Abzuges geschlossen werden. Weiterhin wäre zu fordern, daß die Abgase in einen Kamin anstatt durch die Wand nach außen geleitet werden. Einmal besteht eine viel bessere Saugwirkung, weiterhin würden sie den CO-Gehalt des über der Nährbodenküche gelegenen Kurssaales nicht beeinflussen.

Spülküche.

Die Spülküche hat ein Ausmaß von 71,03 m^3. In dem Raum befinden sich 2 Gashähne und innerhalb eines Abzuges, der 3 m breit, vom Boden 80 cm hoch steht und eine Tiefe von 80 cm und 2 m Höhe besitzt, 5 Gashähne, an die drei Kocher und ein Autoklav angeschlossen sind. Die Untersuchungen, die zur Freizeit durchgeführt wurden, ergaben CO-Werte bis 0,0066 Vol.%, die wir wohl als Rückstände zu bewerten haben. Zur Zeit als die ersten Bestimmungen gemacht werden, wurden noch Gasbrenner älteren Datums gebraucht mit folgenden Maßen:

Form	rund
Kocherhöhe	10 cm
Rippenhöhe von der Flamme	1,5 cm
ob. Durchmesser	20 cm
Flammenringdurchmesser	20 cm

Das Gas tritt aus zwischen zwei Platten, die fast unmittelbar aufeinander liegen. 2 Kocher sind in Tätigkeit. Auf einem steht ein Gefäß mit 25 l und auf dem anderen ein solches mit 10 l Fassungsvermögen. Der Versuch dauert 30 Min., dabei wird der Höchstwert von 0,0168 Vol.% CO und 0,2010 Vol.% CO_2 gemessen. In einigen Bestimmungen, die zur Arbeitszeit durchgeführt wurden, konnten gleiche Werte gefunden werden.

Die alten Kocher genügten nicht mehr den Anforderungen und wurden deshalb durch vier neue ersetzt, die einmal in der Form größer waren und auch einen größeren Heizwert erzielten.

Form	3 kl. Brenner Quadrat	1 gr Brenner Quadrat
Höhe	10 cm	18 cm
Rippenhöhe von der Flamme	2,5 cm	3,5 cm
ob. schräger Durchmesser	38 cm	56 cm
ob. grader Durchmesser	27,5 cm	40,5 cm
Flammendurchmesser	6 cm	12,5 cm

Im Gegensatz zu den alten haben wir bei den neuen Kochern eine höhere Rippenhöhe vom Flammengrund aus gemessen, des weiteren sind die Oeffnungen, wo das Gas austritt, viel weiter und betragen bis zu 0,3 cm.

Tab. 12.

Luftverhältnisse in der Spülküche bei Kochprozessen mit verschiedenen Brennern und Töpfen.

Bestimmung	Min. in Betrieb	Temp. in cm Höhe		relative Feuchtigkeit	CO Vol. %	CO_2 Vol. %
		110	190			
Ohne Gasbrenner	10	20°	20°	50	0,0049	0,0422
	40	20°	20,5°	42	0,0066	0,0546
Mit alten Brennern, 2 kl. Töpfe	10	20,5°	22,5°	76	0,0067	0,0670
	70	23°	28,5°	80	0,0168	0,2010
Mit neuen Brennern, 2 kl. Töpfe	10	21,5°	22°	47	0,0066	0,0682
	60	24,5°	26°	68	0,0147	0,2207
Mit neuen Brennern, 2 gr. Töpfe	10	21,5°	22°	46	0,0066	0,1017
	40	24,5°	25°	63	0,0205	0,3597
Die großen Töpfe 4 cm erhöht	10	20°	22°	45	0,0049	0,1153
	40	24,5°	27,5°	60	0,0123	0,2587

Ein einstündiger Kochversuch mit kleinen Kochtöpfen erreicht zwar nicht ganz die Konzentration wie im ersten Kochversuch, aber immerhin bis zu 0,0147 Vol.%. Ein Kontrollversuch ergab fast gleiche Werte. Die Vermutung, daß das freie Austreten von CO wohl nicht in erster Linie und allein von

der Konstruktion des Kochers abhängig ist, sondern auch von der Topfbodenbreite, gab den Anlaß, Kochversuche durchzuführen mit 2 Kochtöpfen von 40,5 cm Bodendurchmesser, 38 cm Höhe und einem Fassungsvermögen von ca. 40 l. Während der ganzen Versuchsdauer erreicht die Flamme kaum den Topfrand. Neben einer nicht sehr hohen Temperatursteigerung von 2—3° Cels., erhalten wir hingegen einen CO-Wert von 0,0205 Vol.%, der schon im Bereich der toxischen Grenzdosis liegt. Die Messungen wurden vorgenommen nicht in unmittelbarer Nähe der Kocher, sondern auf einem Tisch, der 2 m abseits im Raum sich befindet.

Den Grund für das Auftreten von CO ausfindig zu machen, bedingte eine ganze Reihe anderer Versuchsanordnungen, die einmal sich erstreckten auf genaueste Untersuchungen der Gasanlagen, die sich nach den Leerbestimmungen als einwandfrei herausstellten. Ein anderes Mal brannten die Kocher frei ohne Töpfe, und die Bestimmungen erreichten nicht den Wert von 0,01 Vol.%. Daraus war nun ersichtlich, daß das freie Auftreten von CO aus der unvollkommenen Verbrennung des Leuchtgases bei großen Kochtöpfen, die zu nahe auf der Flamme stehen, zu erklären ist. Der Beweis gelang insofern, als nach Erhöhung der Töpfe bis zu 4 cm, sodaß der Topfboden sich in Höhe der Flammenspitze befand, ein Höchstwert von nur 0,0123 Vol.% gemessen wurde.

Damit bestätigt sich immer wieder die Ansicht wie sie von Graßberger[40]) und Frei[39]) schon nachgewiesen wurde, daß Gaskocher mit niedrigen Rippenringen den Hauptteil des in der Raumluft gefundenen CO liefern. Dabei spielt natürlich eine große Rolle, wie der Boden des Topfes beschaffen ist, insofern, ob der Boden klein ist oder ob er die Kocherbreite überragt. Erst recht ist davon abzuraten, einen Eimer auf den Gaskocher zu stellen, da sich die Abgase am Boden stauen und nicht abziehen können. All diese Gesichtspunkte sind gewerbehygienisch von größter Bedeutung und geben vielleicht bei Krankheitsfällen in Haushalt und Küche, die man auf Gasschäden zurückzuführen glaubt, einen möglichen Hinweis für die Ursachen solcher Schäden.

Zahnärztliches Institut.

Die in den Laboratorien des Zahnärztlichen Institutes vorgenommenen Untersuchungen galten hauptsächlich, die von Jusatz, Nolte[37]) gemachten Bestimmungen nachzukontrol-

lieren. Während in den technischen Abteilungen die Messungen zur Arbeitszeit durchgeführt werden konnten, wurden alle übrigen Bestimmungen zur Freizeit durchgeführt. Die gefundenen Konzentrationswerte stimmen sehr gut mit den in der ersten Mitteilung beobachteten Kohlenoxydmengen überein.

Tab. 13.

Luftverhältnisse in den Räumen des Zahnärztlichen Institutes.

Bestimmung		Brenner		Min. in Betr.	Temperatur in cm Höhe		relative Feucht.	CO Vol. %	CO_2 Vol. %
		Zahl	in Betr.		110	190			
Behandlungsraum (Abt. Renthof)	I	2	—	40	17,5°	18°	44	—	0,0347
	II	10	—	40	18,5°	18,5°	53	—	0,0422
Techn. Labor (Abt. Renthof)	I	64	5	40	20°	20,5°	55	0,0019	0,0533
	II	80	7	40	21°	22°	60	0,0047	0,2021
Operationssaal (Abt. Ketzerb.)		2	1	10	19°	20,5°	55	—	0,0595
		2	1	40	20,5°	21°	41	0,0033	0,0645
Kl. Behandlungszimmer (Abt. Ketzerbach)		4	1	10	18,5°	19°	49	—	0,0496
		4	1	40	18,5°	18,5°	46	0,0033	0,0645
Röntgenzimmer (Abt. Ketzerb.)		—	—	10	19°	20°	50	0,0009	0.0397
		—	—	40	18,5°	19,5°	50	—	0,0372
Direktorzimmer (Abt. Ketzerb.)		—	—	10	19,5°	19,5°	51	—	0,0372
		—	—	40	19,5°	19,5°	45	—	0,0372

Frei von Kohlenoxyd wurden gefunden die beiden großen Behandlungsräume, von denen der größte über 20 Arbeitsplätze besitzt, das Röntgen- und Direktorzimmer (Abt. Ketzerbach), in denen keine Gasanschlüsse sich befinden. Die CO-Verhältnisse im kleinen Behandlungszimmer sind wesentlich besser geworden, seitdem der Vaillant-Warmwasserspeicher in den oberen Teil des in dem Raum sich befindlichen Abzugs gekommen ist. Die Abgase treten umittelbar durch die Wand in die Außenluft, nach innen ist der Abzug durch Glas abgeschlossen. Nach Inbetriebnahme des Apparates konnten in einem Versuch über 40 Min. höhere Konzentrationen über 0,0033 V.% nicht nachgewiesen werden, was gegenüber den früheren Feststellungen

von 0,024 Vol.% eine erhebliche Besserung darstellt. Die Messungen wurden in der Mittagszeit bei geschlossenen Fenstern durchgeführt. In den technischen Laboratorien I u. II wurden CO-Mengen zwischen 0,0019—0,0047 Vol.% nachgewiesen. Ein Versuch vor einem Abzug, in dem 2 Vulkanisierkessel in Tätigkeit waren, ergab 0,0033 Vol.%.

Die höchsten Kohlenoxywerte fand ich im Krupp-Zimmer (Abt. Renthof), in dem zwei Techniker die V_2A-Platten herstellen. Die Herstellung weniger Platten erfordert eine Zeit von 5 Stunden und wird im Monat 7—8 mal durchgeführt. In dem Raum befinden sich ein mit Gas geheizter Salzbad-Glühofen und ein Abzug mit einigen Gasanschlüssen. Die Leerbestimmungen ergaben keine Verunreinigung der Luft durch Kohlenoxyd.

Tab. 14.

Luftverhältnisse im Kruppzimmer des Zahnärztlichen Institut bei vollem Betrieb.

Bestimmung	Zeit	Min. in Betr.	Temperatur in cm Höhe		relative Feucht.	CO Vol. %	CO_2 Vol. %
			110	190			
Leerbestimmung	2^{00}	10	16^0	16^0	60	—	0,0422
	2^{40}	40	16^0	$16{,}5^0$	58	—	0,0447
2 Bunsenflammen im Abzug und der Salzbadglühofen in Tätigkeit	3^{05}*	5	17^0	17^0	—	—	0,0447
	3^{10}	10	18^0	21^0	63	0,0243	—
	3^{15}**	15	17^0	23^0	—	0,0390	0,0719
	3^{20}	20	17^0	21^0	49	0,0299	0,0670
	3^{30}	30	17^0	20^0	47	0,0141	0,1290
	3^{50}	50	18^0	21^0	—	0,0113	—
	4^{10}	70	20^0	$22{,}5^0$	49	0,0057	0,1203
Ofen abgestellt	4^{15}	75	21^0	$23{,}5^0$	—	0,0038	0,1190
	4^{30}	90	$18{,}5^0$	20^0	42	—	0,0321

* Türe offen.
** Bariumdämpfe treten auf.

Noch bevor der Glühofen in Betrieb genommen ist, wird eine Tür, die unmittelbar ins Freie führt, geöffnet, da nach den Angaben der Techniker sonst ein Aufenthalt im Raum nicht möglich sei. Trotzdem wurde schon nach 15 Min. eine CO-

Konzentration von 0,039 Vol.% gefunden, die erst nach 60 Min. bis zur hygienisch zulässigen Grenzdosis von 0,01 Vol.% abfiel. Dazu kommen noch die fast unerträglichen Barium- und Schwefeldämpfe, die bei mir einen erheblichen Reizhusten hervorriefen.

Die hohen Kohlenoxydbeimengungen der Raumluft rühren her einmal von dem freien Leuchtgas, das beim Anstecken des Ofens entweicht, dann auch aus der unvollkommenen Verbrennung bei noch kalter Apparatur. Immerhin liegt die Konzentration von über 0,03 Vol.% weit im Bereich der toxischen Grenzdosis, und es wäre wohl zu überlegen, ob nicht dieser Gas-Glühofen durch einen Ofen neueren Datums mit elektrischer Beheizung ersetzt werden könnte.

Auch in anderen Instituten wurden Kohlenoxydbestimmungen vorgenommen, die im wesentlichen nichts Neues brachten. Der Kürze wegen sei hier nur eine Messung mitgeteilt, die im Physiologischen Institut erfolgte.

In einem Laboratoriumsraum, in dem zwei Assistenten arbeiteten, befand sich ein alter Gasofen mit 16 offenen Flammen. Die Zuleitungsrohre waren verrostet und die Abgase wurden durch ein Ofenrohr in einen halbgeöffneten Abzug geleitet. Nach den Angaben der Assistensen hat sich der Gasgeruch im Laufe der Zeit gesteigert, bis sie eines Tages den Raum verlassen mußten.

Die Bestimmungen bei brennendem Ofen ergibt eine CO-Konzentration von 0,0082 Vol.%, die nach einer Versuchsdauer von einer Stunde absinkt bis auf 0,0074 Vol.%. Die Beobachtungen dieser Assistenten, die schon jahrelang in chemischen Laboratorien arbeiten, aber jetzt in diesem Raum über Kopfschmerzen und Benommenheit und zunehmenden Gasgeruch klagen, decken sich wohl mit den Symptomen einer gewissen Ueberempfindlichkeit gegenüber Kohlenoxyd.

Zusammenfassung.

I. Der Beweis, daß es eine chronische Kohlenoxydvergiftung gibt, ist heute noch nicht erbracht. Die Wirkung des CO-Gases bei unterschwelligen Konzentrationen scheint auf den Organismus in zweierlei Weise zu wirken:

a) Der Körper gewöhnt sich an das Kohlenoxyd, indem er rein physiologisch mit einer Vermehrung der roten Blutkörperchen reagiert.

b) Ist diese normale Reaktionsbreite gestört, zeigt sich bei dem Individuum eine Ueberempfindlichkeit, die sich äußerst einmal in allgemeinen Krankheitszeichen wie Nervosität, Schwindel und Mattigkeit usw., fernerhin in Störungen im hämatopoetischen System, die sich in Form von Anämien und erhöhter Senkungsbeschleunigung manifestieren.

II. Die Kohlenoxydmessung in den Räumen des Hygienischen Institutes, des Staatl. Untersuchungsamtes und des Zahnärztlichen Institutes brachten folgende prakisch wichige Ergebnisse:

1. In den Räumen, in denen das Leuchtgas zu medizinisch-technischen Untersuchungen verwendet wurde, konnten CO-Werte bei Bestimmungen, die in der Freizeit durchgeführt wurden, von 0,00—0,0034 Vol.% ermittelt werden. Die Versuche galten der Feststellung, ob Anlage, Schlauchleitung und Bunsenbrenner ein freies Austreten von Kohlenoxyd bedingten. Irgendwelcher Anlaß zur Beanstandung konnte nicht gefunden werden. Alle Bunsenbrenner besonders des Hygienischen Institutes befinden sich in mustergültigem einwandfreiem Zustand.

2. Die zur Arbeitszeit durchgeführten Versuche ergaben Konzentrationen von 0,00—0,0097 Vol.%. Eine Erhöhung der Werte läßt sich hauptsächlich bei Beginn der Arbeitszeit feststellen, was auf Unvorsichtigkeit beim Anzünden der Brenner durch zu langes Ausströmenlassen nicht brennenden Gases, sowie auf unvollkommene Verbrennung bei noch kalten Apparaten und Töpfen schließen läßt. Bedenklichere CO-Konzentrationen über 0,01 Vol.% konnten auch unter schärfsten Versuchsbedingungen nicht gefunden werden.

3. Es konnte einwandfrei nachgewiesen werden, daß bei dunstig-trübem und windigem Wetter der Hör- und Kursaal bei Bestimmungen zur Freizeit eine Steigerung bis zu 0,0042 Vol.% erfuhren. Diese Feststellung fand ihre Erklärung darin, daß Kaminabgase der umliegenden Institute und Kliniken durch offene Fenster und Entlüftungsanlagen in diese Räume gelangt sind.

4. In den Räumen, in denen das Leuchtgas zu Heizzwecken verwendet wurde, z. B. in der Nährbodenküche und Spülküche des Hygienischen Institutes und im Kruppzimmer des Zahnärztlichen Institutes, wurden Konzentrationen gefunden bis zu 0,025 bzw. 0,037 Vol.%, die nach Literaturangaben den Mindestwert von 0,01 Vol.% für eine toxische Schädigung erreichten und sie fast regelmäßig überschritten. Da die Leuchtgasanlagen sich als einwandfrei erwiesen, konnte die Ursache nur in unzweckmäßig konstruierten Kochern und in einem schlechten Verbrennungsprozeß zu suchen sein. Es zeigte sich:

a) Gaskocher mit niedrigen Rippenringen liefern den Hauptteil des in der Raumluft gefundenen Kohlenoxyds. Der Boden des Topfes befinde sich stets in Höhe der Flammenspitze und nicht am Flammengrund. Ein Erhöhen der Töpfe bis zu 4 cm veranlaßte während der ersten 40 Min. nur eine halb so starke Steigerung der CO-Konzentrationen in der Luft.

b) Der Kochtopf darf in seiner Bodenbreite nie die Breite des Gaskochergestells überragen. Auch muß er so beschaffen sein, daß sich die Abgase am Bodengrund nicht stauen können.

c) Stehen Kocher und Kochtöpfe in einem Abzug, so sind die Schiebefenster zu Beginn des Kochens zu schließen. Die Berührung der Flamme mit dem zunächst kalten Topfboden ergibt eine unvollkommene Verbrennung und vermehrte CO-Bildung.

d) Es ist stets darauf zu achten, daß Gaskocher nach unten nie zugemauert oder abgeschlossen sind, bzw. nicht zu nahe über der Unterlage brennen. Durch die aufströmenden Flammen entsteht eine natürliche Saugwirkung, die zum Zwecke einer genügenden Frischluftzufuhr und damit einer vollkommenen Verbrennung erhalten werden muß.

e) Abgase sind stets in einen Kamin zu leiten. Weder dürfen sie frei in den Laboratoriumsraum noch unmittelbar durch die Wand in die Außenluft geleitet werden, da sie bei dunstig-

trübem Wetter in die darüber befindlichen Räume durch die Fenster gelangen können.

f) Durch ausreichende Ventilation ist dafür zu sorgen, daß bei Kochprozessen der Wasserdampf in Bewegung bleibt und abgesaugt wird, da die Gasflamme von einem Feuchtigkeitsmantel eingehüllt eine ungenügende Sauerstoffzufuhr erhält.

5. Die Kohlensäurewerte stiegen und fielen fast annähernd wie die CO-Konzentrationen. Mit dem Rieco-CO_2Messer ausgeführt ergaben sich Werte von 0,024—0,352 Vol.%.

Meine vorklinischen Lehrer waren:

Alverdes, Claussen, Dittler, Göppert, Grüneisen, Jakobshagen, Kutscher, Meerwein, Nauck.

Meine klinischen Lehrer waren:

Baumann, † Baur, Becher, Boeminghaus, Brock, Eimer, Enke, Freudenberg, Grüter, Kehrer, Kestermann, Klapp, Klewitz, Kretschmer, Loebell, Mauz, Naujoks, Neumann, Pfannenstiel, Rix, Ruete, Schrader, Schwenkenbecher, Uffenorde, Versé.

Schrifttum.

1. Reichsgesundheitsblatt (1934) S. 840.
2. Erben, Fr.: Vergiftungen. Wien und Leipzig, Braumüller (1909).
3. Süpfle, K.: Zur Frage der chron. Kohlenoxydvergiftung. Med. Wschr. (1934) Bd. II S. 1263.
4. Ellinger, Ph.: Gibt es eine chron. CO - Vergiftung? Fühners Sammlung von Vergiftungen, Berlin, F. C. W. Vogel.
5. Graßberger, R.: Die chron CO-Vergiftung, ein Problem. Wien. med. Wschr. (1935) II S. 733.
6. Feldmann, O.: Zur Klinik der chron. Kohlenoxydvergiftung. Arch. f. Psychiatr. (1931) Bd. 95. 757.
7. Bender, Cl.: Beobachtungen über Leuchtgasschäden. Med. Welt (1931) II. S. 1248.
7. Bender, Cl.: Beobachtungen über Leuchtgasschäden. Med. Welt (1931) II. S. 1248.
8. Gerbis, H.: Zur Frage der chron. Kohlenoxydvergiftung. D. m. Wschr. (1935) S. 991.
9. Hoim, K.: Die chron. Kohlenoxydvergiftung als Berufskrankheit. D. m. Wschr. (1930) II. S. 1953.
10. Lewin, L.: Die Kohlenoxydvergiftung. Jul. Springer, Berlin (1920).
11. Leschke, E.: Vergiftungen durch org. Substanzen (chron. Co-Verg. M. M. Wschr. (1932) I. S. 426.
12. Müller, A.: Ueber Benzin und Kohlenoxydvergiftung. Arch. f. Psychiatr. (1929) Bd. 88. 835.
13. Symannski, H.: Serienvergiftung durch chron. Kohlenoxydeinwirkung. Arch. f. Gewerbepath- u. Hygiene. (1933) Bd. 4 S. 199.
14. Kohn-Abrest. Ann. Hyg. publ. (1927) S. 213.
15. Löwy, J.: Die Klinik der Berufskrankheiten. Verl. E. Haim u. Co., Wien (1924).
16. Flury u. Zernik: Schädliche Gase. Jul. Springer Berlin (1931).
17. Gruber, M.: Ueber den Nachweis und die Giftigkeit des Kohlenoxyd's u. sein Vorkommen in Wohnräumen. Arch. f. Hyg. Bd. I (1883) S. 145.
18. Heubner: Zur Frage der chron. CO-Vergiftung. Zbl. Gewerbehyg. (1929) 205.
19. Litzner, St.: Kohlenoxydvergiftung und Polycythaemie. Arch. f. Gewerbepath- u. Hygiene (1930) Bd. I. S. 749.
20. Süpfle, K, Hofmann, P. u. May, J.: Hygienische Studien über Kohlenoyd. Zsch. f. Hyg. Bd. 115. S. 23.
21. Koelsch, Fr.: Lehrbuch der Gewerbehygiene. F. Enke Stuttgard (1937).

22. Kantzow, H.: Schädigung des Körpers durch langdauernde Einwirkung geringer Kohlenoxydmengen. Inaug. Diss. Breslau (1933).

23. Buresch, H.: Tierversuche über chron. Kohlenoxydschädigungen. Arch. f. Hyg. (1933) Bd. 109. S. 211.

24. Straube, G.: Tierexperimentelle Studien über chronische Wirkungen kleiner CO-Mengen. Inaug. Diss. Dresden (1933).

25. Fetzer, H. u. Weiland, P.: Experimentelle Beiträge zur Frage der chron. CO-Vergiftung. Arch. f. Hyg. (1934) Bd. 112. S. 95.

26. May, J.: Tierexperimentelle Untersuchungen über die Wirkung mehrstündiger tgl. Einatmung kleiner Mengen von Kohlenoxyd. Kl. Wschr. (1931) I. S. 1130.

27. Jötten, K. W.: Zur Frage der chron. CO-Vergiftung. Reichsarbeitsblatt Nr. 32. II. (1932) „Arbeiterschutz Nr. 11."

28. v. Jacsch: Die Vergiftungen. (1910).

29. Boediger, W.: Experimentelle Studien zur Frage der chronischen Kohlenoxydvergiftung.
a) Arch. f. Hyg. (1932) Bd. 107. S. 318.
b) Arch. f. Hyg. (1933) Bd. 109. S. 124.

30. Sudhues, M.: Beeinflussung der Antikörper durch chron. Kohlenoxydvergiftung. Arch. f. Hyg. (1933) Bd. 109. S. 136.

31. Peisachowitsch: Kohlenoxyd und inkretorische Drüsen. Virch. Arch. (1929) H. 1. S. 223.

32. Buresch, H.: Weitere Untersuchungen zur Frage der chron. Kohlenoxydvergiftung. Z. f. Hyg. (1936) Bd. 117. S. 153.

33. Pilaar, W. M. M.: Hyg. Untersuchungen und Betrachtungen über Vergiftungsgefahren durch Auspuffgase bei Automobilen. Z. f. Hyg. (1929) Bd. 110. S. 285.

34. Rosenthal, W.: Psychogen bedingte oder allergische Syptome nach chronischer Kohlenoxydeinwirkung. Klin. Wschr. (1933) I. S. 870.

35. Roch, H.: Ueber die Blutkörperchensenkungsreaktion des sensibilisierten Versuchstieres. Virch. Arch. (1935) Bd. 295. S. 399.

36. May, J.: Nachweis kleinster Kohlenoxydmengen in der Luft. Inaug. Diss. Dresden (1930).

37. Jusatz, H. J. Nolte, Th.: Ueber das Vorkommen von Kohlenoxyd in der Laboratoriumsluft. Reichsarbeitsblatt Nr. 32. III. (1934) „Arbeitsschutz Nr. 11.

38. Hetzel, K. W.: Chronische Kohlenoxydvergiftung oder kombinierte Gasvergiftung durch Feuerungsabgase. Drägerhefte (1935) Nr. 181.

39. Frei. Technische Erläuterungen zur Kohlenoxydvergiftung. Med. Welt. (1933) I. S. 860.

40. Graßberger, R. u. Luszczak, A.: Gasgeräte und Veränderung der Raumluft. I. II. u. III. Abhandlung. Urban u. Schwarzenberg, Berlin (1935).

41. Heller, A.: Bestimmung geringer Mengen von Kohlenoxyd in der Luft mittels Jodpentoxylmethode nach dem Verfahren von P. Schläpfer und E. Hofmann. Kl. Mitt. ver. Wasser usw. Hyg. E. V. (1932) S. 189.

42. Rooks, G.: Untersuchungen über leicht abspaltbares Bluteisen und seine Bedeutung zum Nachweis der CO-Vergiftung. D. Z. f. gerichtl. Med. (1936) Bd. 27.

43. Goutal. Annale de Chemie anal. appliquée (1910).

44. Koelsch, Fr.: Untersuchungen von Kohlenoxyd an verschiedenen Arbeitsplätzen. Arch. f. Gewerbepath- u. Hygiene (1933) Bd. 4. S. 538.

45. Ehrismann, O.: Ueber Kohlenoxydgehalt des Tabakrauches. Zschr. f. Hyg. (1934) Bd. 116. S. 4.

46. Neitzel, E.: Neue Erfahrungen über Kohlenoxydvergiftungen und ihre Verhütung. Ges. Ing. (1932) Nr. 40. S. 479.

47. Deckert, W:: Zur Beurteilung der Giftigkeit kohlenoxydhaltiger Luft. Arch. f Hyg. (1929) Bd. 102. S. 254.

48. Selter, H.: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Lüftungslehre. Ges. Ing. (1924) Jg. 47. S. 428.

Zum Schluß meiner Arbeit spreche ich Herrn Professor Dr. Pfannenstiel für die Anregung zu den vorliegenden Untersuchungen sowie für die wertvolle Unterstützung meinen aufrichtigsten Dank aus.

Lebenslauf.

Am 14. Februar 1908 wurde ich, Peter Schick, als Sohn des Lehrers Schick zu Rüdigheim Krs. Marburg Land geboren und besuchte von 1914 die Volksschule dortselbst. Ostern 1918 machte ich die Aufnahmeprüfung an der Rektoratschule in Kirchhain und nach unserem Umzug nach Mardorf Krs. Marburg im Mai 1919 war ich an der Lateinschule zu Amöneburg. Von Juli 1921 besuchte ich das Josefskolleg zu Watersleyde und nach meiner Aufnahmeprüfung an dem Gymnasium zu Hadamar Ostern 1927 legte ich am 6. März 1929 meine Reifeprüfung ab. Nach vier Semestern am Pädagogischen Institut zu Mainz belegte ich im Sommersemester 1931 in meiner Vorbereitungszeit für das wissenschaftliche Lehrerexamen an der Universität zu Marburg Mathematik und Turn und Sport. Nach dem bestandenen Lehrerexamen im Herbst 1931 war ich in der Medizinischen Fakultät zu Marburg an der Lahn immatrikuliert. Nach bestandener Vorprüfung im Herbst 1933 unterzog ich mich im Wintersemester 1936/37 mit Erfolg dem Medizinischen Staatsexamen.